

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-102170

(43)公開日 平成11年(1999)4月13日

(51)Int.Cl.⁶
G 0 9 G 3/20
3/34
5/02
5/10

識別記号
6 4 2

F I
G 0 9 G 3/20
3/34
5/02
5/10

6 4 2 J
B
Z

審査請求 未請求 請求項の数1 O.L (全10頁)

(21)出願番号 特願平10-150243

(22)出願日 平成10年(1998)5月29日

(31)優先権主張番号 0 4 8 1 6 6

(32)優先日 1997年5月30日

(33)優先権主張国 米国 (U.S.)

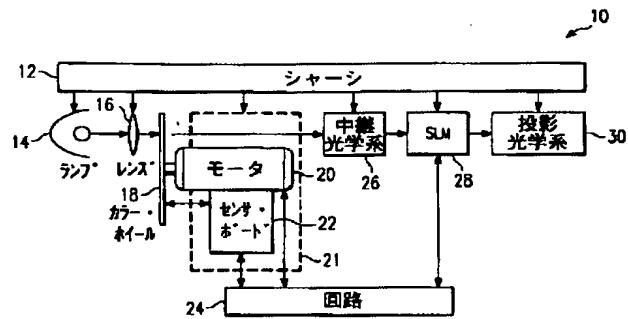
(71)出願人 590000879
テキサス インスツルメンツ インコーポ
レイテッド
アメリカ合衆国テキサス州ダラス, ノース
セントラルエクスプレスウェイ 13500
(72)発明者 アダム ジェイ. クンズマン
アメリカ合衆国 テキサス州マッキニー,
ウェンフォード コート 1171
(74)代理人 弁理士 浅村 皓 (外3名)

(54)【発明の名称】 表示システムに明るさを加える方法

(57)【要約】

【課題】 画像の明るさを高めると共に、色のはげ落ちを防ぐ。

【解決手段】 赤色、緑色、青色及び白色光を使う表示システムを説明した。システムは、赤色、緑色及び青色データから、カラー・ホイールの白色部分又は白色デバイスに対するデータを取出す。カラー・ホイールの白色部分が、それがホイール上の別の原色であるかのように制御される。源からのフィルタにかけない光が、カラー・ホイールの赤色、緑色及び青色セグメント又はこれらの色に対するデバイスを使って発生された白色光とは異なる色温度を持つ場合、補正を適用することによって、誤差を防止する。各々のデータ・フレームに白色光を加える必要があるかどうかを判断する為に、データに対して解析を実施する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像データを解析して、画像フレーム内の画素に明るさを加える必要があるかどうかを判定し、明るさを加える必要がある場合、空間光変調器に発生すべき赤、緑及び青の画像に対するデータから、白色画像データを導き出し、

源から発生された白色光を変調して、変調された白色光が、赤、緑及び青色の光に対する変調された光と混合されて、最終的な画像に明るさを加えるようにする工程を含む表示システムに明るさを加える方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は表示システム、更に具体的に言えば、着色フィルターを使って画像を発生する表示システムに関する。

【0002】

【従来の技術及び課題】 最も普通の1つの表示装置は、発光物質から色を発生する陰極線管(CRT)である。発光物質は、陰極線管からのエネルギー・ストリームが入射した時、ルミネッセンスを起す。発生される色はエネルギーの周波数に關係する。これより新しいある種の表示システムはCRTを使わず、個別に制御可能な素子のx-y格子を使って画像を発生する。こういう装置は、空間光変調器であるが、その格子上に、最終的な画像の画素に対応する1つ又は更に多くの素子を持っているのが典型的である。典型的には、これは、素子に入射する光、又は素子によって表示面に伝達される光の色を変えることにより、カラー画像を作り出す。色は、典型的には、赤、緑及び青であるが、この色の適当な組合せ並びに各々の色の量が、画素毎に決定される。その後、素子を制御して、表示フレーム時間の間、適正な量の各々の色を発生して、目がこういう色の混合を積分して適当な色にすることができるようになる。

【0003】 着色光は幾通りかの方法で発生することができる。システムが、何れも適当な色を持つそれ自身の光源を持つ3つの別々のデバイスを使っても良い。その代りに、システムが3つのデバイスを使うが、光源は1つであって、ビーム分割器が、その色に対するデバイスに入射する前に、適当な光の色を分割しても良い。後に述べた例は、3つの光源を使わなければならぬとするが、システムのコストが高くなつて、実用的でなくなるので、一層普通である。3つのデバイスを使うシステムを空間着色システムと呼ぶ。

【0004】 1つのデバイスと光源、又は1つのデバイスと1つ又は2つの光源を使うことも可能である。こういうシステムは、デバイスが少くなれば、コストが安くなることを意味するから、一層望ましいことがある。しかし、1つのフレーム時間の間に2種類又は3種類の色を発生するには、色の間でフレームの何らかの時分割を必要とする。2つのデバイスを使うことは、1つのデ

バイスが2種類の色を発生しなければならないことを意味しており、デバイス1つのシステムはこのデバイスで3色全部を発生しなければならない。任意の色に割当てられる時間を短くしなければならない。この種のフィルタ・システムを時間着色システムと呼ぶ。

【0005】 空間又は時間着色システムの何れであっても、1つの光源を使うと、各々の色に利用し得る光が減少する。デバイス3つのシステムでは、各々のデバイスは源からの光の33% (1/3) が使えるが、デバイス10 1つの装置もそうである。2つのデバイスを持つシステムでは、1つのデバイスは、1色を処理するデバイスに對しては、50%までの光が使えるが、2色を扱うデバイスでは、光は25%と少なくなる。

【0006】 この問題に対する1つの解決策が米国特許第5,233,385号、発明の名称「白色光による強化をした色の場の逐次投影」に提案されている。この米国特許は出願人に譲渡されている。この米国特許では、システムは、時間着色システムでは、カラー・ホイールのセグメントとして白色光を追加し、空間着色システムでは4番目のデバイスを追加している。しかし、フレームの白色部分は単に画像に明るさの「底上げ」をすることであった。

【0007】 光源、使われるフィルタ並びに投影される画像の特性に応じて、こういう結果は、特に画像の高輝度区域で、色のはげ落ちを招くことがある。任意の原色に加える白色光が多すぎると、その原色が殆どパステルのようになる。しかし、画像全体に明るさを加える必要は依然として問題として残る。従つて、全体的な明るさを高める為に白色光を加えることができるようするが、色のはげ落ちを防ぐように白色光を制御する解決策が必要である。

【0008】

【課題を解決する為の手段及び作用】 この発明の1つの面は、白色光を原色として画像に加えるカラー表示システムを動作させる方法である。この方法は、赤、緑及び青の入力から白色信号を決定し、この信号を使って、白色光信号に従つて空間光変調器を変調する。カラー・ホイール・システムでは、カラー・ホイールを透明セグメントを含むように変更する。この変更は、透明セグメントの配置を考慮に入れて、起り得るアーティファクトのおそれを軽減することを含む。多数のデバイスを持つシステムでは、この信号を使って、白色光に対する別個の変調器を作動する。赤、緑及び青の成分によって発生された白色光と、カラー・ホイールの透明セグメントによって発生された白色光とを比較をしなければならない。これによって、色の移り又はその他のアーティファクトが起らぬように保証される。この発明の利点は、そのままでも高輝度の区域のはげ落ちを生ずることなく、画像の明るさを高めることである。この発明の別の利点は、余分のハードウェアを最小限にして実施することが

でき、システムのコストを更に低くすることができる事である。この発明並びにその他の利点が更によく理解されるように、次に図面と共に詳しく説明するところを参照されたい。

【0009】

【実施例】色を発生する為にカラー・ホイール又は多数のデバイスの何れかを用いる空間光変調器は、各々の色に利用し得る時間量を短縮する。典型的な3色のカラー・ホイールでは、各々の色は表示の為にフレーム時間の33%を使い、その結果、フレーム期間中に利用し得る全部の光の33%がその色の為に使われる。多数のデバイスを持つシステムでは、3つの源がなければ、各々の色は、フレーム時間の間、源から利用し得る光の精々50%しか使えない。

【0010】この少ない光量は暗い画像に通じ、そのままで薄暗い画像の区域に目に付くような問題を招くことがある。この問題を是正する1つの方式は、カラー・ホイールに白色区域を使うか、又は白色光に対する別個のデバイスを使うことである。現在こういう方式は、白色光を用いて基本レベルでの明るさを加え、次にカラー・セグメントを普通に行われているように変調する。任意の像に対する基本レベルを設定して、その後監視する以外に、基本レベルの明るさは制御しない。この方式の一例が前に引用した米国特許第5, 233, 385号に更に詳しく説明されている。

【0011】この方式に伴う1つの問題は、それが画像の全部の区域に例外なく適用されることである。それは暗い区域の薄暗さを無くすかあるいは最小限に抑えるが、画像の明るい区域を殆どパステル調の色にすることがある。この発明の一面は、ホイールの澄明又は白色（これらの用語はこの明細書では互換性を持つ）セグメントを、それが1つの原色（赤、緑又は青）であるかのように、他の色とは無関係に制御することである。こうすることによって、画像の全ての区域に対する明るさが制御され、暗い区域が正しく見えるようにすると共に、明るい区域のはげ落ちを生じなくなる。

【0012】システム

図1について説明すると、システム・レベルのブロック図が、場合によってエンジンとも呼ばれるこの発明のカラー表示システム10の各部分を示している。シャーシ12の中にランプ14と、ランプ14からの光を受取るレンズ16が取付けられていて、この光をカラー・ホイール18に通す。カラー・ホイール18がモータ20によって作動されると共に、センサ・ボードを使うことによって較正される。ホイール18、モータ20及びセンサ・ボード22は何れもプラケット21によって取付けられている。センサ・ボード22及びモータ20に動作命令が与えられ、これらがシステム・タイミング及び制御回路24と連絡する。

【0013】この例は、説明の為にだけ示すものである

が、白色光源とカラー・ホイールとを前提としている。しかし、システムに白色光を加えることは、光源並びに色を発生する手段に関係しない。システムは、レーザのような3つの着色光源、フィルタを持つ3つの白色光源、フィルタを持つ1つの白色光源又はその他の考えられる形式であって良い。「光源」という用語は、このような考えられる全ての組合せを含むものと解されたい。

【0014】カラー・ホイール18及び中継光学系26

10 を通る光が、正しいシーケンスで、空間光変調器（SLM）アレイ28の動作している部分に入射しなければならないので、システムのタイミングと制御が重要である。個々の素子のアレイによって作り出された画像が、この後投影され又は表示される。図1の例では投影光学系30を使うが、画像は直接的に観察しても良い。最終的な表示面に關係なく、回路24はカラー・ホイール18の事象をSLM 28の動作と釣合せなければならない。

【0015】モータ速度又はフィルタの較正に変化がある

20 ると、同じく回路24に接続されたSLM 28に入射する光がどの色であるかに影響する。タイミングが正しく調節されないと、カラー・ホイールを通ってくる光が青であるのに、例えば赤のセグメントに対するデータがSLM 28に入ることがある。

【0016】タイミング及び制御の2番目の部分は、澄明セグメントの間に画像のどの区域にどれだけの明るさを加える必要があるかの判定である。最初に、明るさ又は白色信号を決定しなければならない。この決定は、到來信号が、典型的にはYUVフォーマットであるビデオ30 であるか、あるいは典型的なRGBフォーマットであるコンピュータ・グラフィックス又はデータであるかによって変る。

【0017】YUVフォーマットは、輝度（明るさ）情報のグレースケールの全部をYと呼ばれる1つのチャンネルに分離する。U及びV信号が色情報を含む。典型的には、ビデオは、SLMに表示される前に、U及びV信号の赤、緑及び青（RGB）の適当なレベルへの変換を受ける。ビデオでは、Y信号が既に与えられているが、これはRGBへの色空間変換の決定に使われる。コンピュータ・グラフィックスでは、計算機によって発生される大抵のデータはRGBフォーマットであるから、RGB入力からY信号を取出さなければならない。各々の画素に対する計算は次の通りである。

【数1】 $W = m \cdot i \cdot n (R, G, B)$

【0018】これを導き出す回路の一例が図2に示されている。この図の各々のブロックは、プロセッサ内の機能ブロックを表すが、個々の処理素子にすることができる、あるいは現場でプログラム可能なゲート・アレイ（FPGA）又は用途向け集積回路（ASIC）にすることができる。機能ブロックはその部分ではなく、その

50

名称によって参照する。

【0019】信号Wは2つの目的に使われる。これは、各々の画素に対して利得を適用すべきかどうかを決定すると共に、それが利得の計算に使われる。これが図2のY_DETECTブロックで行われる。実際に適用される利得は、所定の画素内の利用し得る白色の量によって制限される。これは、ユーザによって設定することができる最大利得信号によっても制限されることがある。信号C_{max}が色の任意の値の最大値と定義される。

【数2】

if(W ≥ C_{max})then

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R + g(W - C_{max}) \\ G + g(W - C_{max}) \\ B + g(W - C_{max}) \end{bmatrix}$$

この点で、RGB信号のダイナミック・レンジは元の信号の2倍までに拡大している。C_{max}を超える各々の画素が明るくされるが、クリッピングの可能性が存在する。これは透明セグメントを使う場合である。

【0020】Yセグメントの等価輝度又は重みを所定のRGBYカラー・ホールの設計に対して決定すること

| 信号の名称 | 説明 | 関連するブロック |
|------------|---------------|---------------------|
| WCLK | 画素クロック | 全部 |
| PBC_YMDSEL | Yモード選択 | Y_DETECT, OFFSET |
| PBC_RWD芬 | RGBY機能付能 | Y_DETECT, OFFSET |
| PBC_WTEST | RGBY欠陥カバー試験付能 | Y_DETECT |
| PBC_YMIN | Y利得閾値 | Y_DETECT |
| PBC_YGAIN | Y利得 | Y_DETECT |
| BDP_RED | 赤画素データ・バス入力 | Y_DETECT |
| BDP_GRN | 緑画素データ・バス入力 | Y_DETECT |
| BDP_BLU | 青画素データ・バス入力 | Y_DETECT |
| PBC_ROFF0 | 赤オフセット・レベル0 | Y_THRESHOLD, OFFSET |
| PBC_ROFF1 | 赤オフセット・レベル1 | Y_THRESHOLD, OFFSET |
| PBC_ROFF2 | 赤オフセット・レベル2 | Y_THRESHOLD, OFFSET |
| PBC_GOFF0 | 緑オフセット・レベル0 | Y_THRESHOLD, OFFSET |
| PBC_GOFF1 | 緑オフセット・レベル1 | Y_THRESHOLD, OFFSET |
| PBC_GOFF2 | 緑オフセット・レベル2 | Y_THRESHOLD, OFFSET |
| PBC_BOFF0 | 青オフセット・レベル0 | Y_THRESHOLD, OFFSET |
| PBC_BOFF1 | 青オフセット・レベル1 | Y_THRESHOLD, OFFSET |

ができる。透明セグメントを変調するには、画素当たりある予定数の制御ビットY_LEVELが関連している。白色セグメントは任意のビット数であって良い。1、2及び4ビットで実施したが、画素当たりのビット数は原色と同じ数にしても良い。

【0021】任意の画素に対し、R'又はG'又はB'信号がシステムの最大ダイナミック・レンジを超える時、Y信号が付能される。しかし、こういう値は、潜在的に大きな強度の増加に対し、色相及び輝度を釣合せ

10 なければならない。これがY_THRESHOLDブロックによって制御される。このブロックにある論理が、各々の画素がどの「ビン」に所属するかを決定する。ビンは単に強度レベルの大別に過ぎない。図2のOFFSETブロックでどれだけのオフセットが加えられるかは、画素が入るビンによって決定される。

【0022】上に述べ、図2に詳しく示した3つのブロックは、この発明に従って使うことができる明るさ制御方式の一例に過ぎない。しかし、この例を理解するのに必要な情報が完全に理解されるように、全部の信号の完全なリストを下に示す。

【表1】

【表2】

| | | |
|------------|-------------------|--------------------------|
| PBC_BOFF2 | 青オフセット・レベル2 | Y_THRESHOLD, OFFSET |
| PBC_YRGBL | Yレベル1閾値 | Y_THRESHOLD |
| PBC_YRBGL2 | Yレベル2閾値 | Y_THRESHOLD |
| RED_YMAG | 白大きさ出力 | Y_DETECT |
| RWD_Rx | 赤画素データ・ バス遅延段x | 全部 |
| RWD_Gx | 緑画素データ・ バス遅延段x | 全部 |
| RWD_Bx | 青画素データ・ バス遅延段x | 全部 |
| RGB_MIN | 検出Y成分 | Y_DETECT, Y_THRESHOLD |
| YLEVEL | Y内容レベル | Y_THRESHOLD, OFFSET |
| BDP_LSYNC3 | 線同期 | DELAY |
| BDP_VALID3 | 入力有効信号 | DELAY |
| BDP_OLACT3 | オーバーレー作動 | DELAY |
| RWD_LSYNC3 | 遅延線同期N-2 | DELAY |
| RWD_LSYNC5 | 遅延線同期 | DELAY |
| RWD_VALID5 | 遅延入力有効信号 | DELAY |
| RWD_OLACT5 | 遅延オーバーレー作動 | DELAY |

【0023】DELAYブロックが、主チャンネル・データでデータが遅延するクロック数によって決定される適当な数のWCLKSだけ、同期信号を遅延させる。これによって、発生されたデータに対する正しいタイミングが保証される。出力信号は前に述べたRWD_YMAGと、RWD_RED、RWD_GRN、RWD_BLU及びRWD_RGBYである。RWD_RED等の信号は、データをSLMに供給する画素データ・バスに対する、夫々の色に対する調節済み画素データ・バス出力である。RWD_RGBYは白色又は輝度出力に対するデータである。

【0024】アーキテクチュア

この処理ブロックは制御システム全体の一部分であり、その実施例が図3に示されている。図3のブロック32で示したビデオ・プロセッサで入力を受信する。これは別個のプロセッサであっても良いし、あるいは他の制御機能と共に共有するプロセッサの機能グループであって良い。この処理で実施されるビデオ処理の例は、色空間変換、ガンマ補正解除及び誤差拡散の機能を含む。更に、順次走査変換及び鮮明化のようなことをも含んでいて良い。

【0025】このブロックによって実施される1つのビデオ処理機能はガンマ補正解除処理である。CRTのような非線形表示デバイスは、ガンマ補正と呼ばれる輝度/電圧の補正を必要とする。これが通常はビデオ信号に含まれている。線形デバイスはどれでも、到来信号のガンマ補正解除をしなければならない。線形デバイスで

は、Y信号を発生する為のRGB信号の処理は、この処理の後に行わなければならない。

【0026】一旦色空間変換が完了すると、RGB信号がRGBY処理ブロック34に送られる。このブロックは前に図2について述べた論理を持っている。この実施例では、データをYUVフォーマットで受信し、RGBに色変換しなければならないと仮定していることに注意されたい。入力が、既にRGBフォーマットになっているコンピュータ・グラフィックスであっても良い。データがRGBYデータに処理された後、それがフォーマット装置36に送られる。フォーマット装置は、典型的にはラスター形式の画像データをSLM 28上のx-y格子に対するデータに変換する機能を実施する。こういう機能が、システム・バス48と連絡し、このバスに沿つてデータを送る。

【0027】システム・バス48は、カラー・ホイールの適正なスロークと時間を合わせて、データ処理、データのフォーマット処理及び移送を調整するのに必要な種々の制御信号をも送る。この制御には、全部の動作を調整するシステム・コントローラ36が必要である。コントローラ36は1つの入力として、カラー・ホイールE PROM 46からのデータを必要とするが、このE PROMの持つ機能は、後でカラー・ホイールの較正について述べる。

【0028】マスター・システム・コントローラの他に、別個のタイミング・ブロック40を使って、カラー・ホイールの動き、その現在位置及びSLM 28に対する

データの流れを調整する。カラー・ホイールに関する情報が、カラー・ホイール・モータ制御装置44によって発生され、この制御装置は必要に応じてモータ20を減速又は加速することができる。モータ制御装置は、後でカラー・ホイールのプログラミングについて説明するセンサ22からのデータをも受取る。モータ制御装置は、帰還ループ、磁気センサ又はスペクトル・センサを用いて動作させて、モータの速度を決定することができる。その後、制御装置がフレーム速度に合せてモータを加速する。

【0029】モータ制御装置が、到来ビデオ／グラフィックス信号のフレーム速度を検出する責任を負う。制御装置の計算に基づいて、適正なPWMシーケンスが選択される。異なるPWM効率を持つ新しいシーケンスが選択された場合、システム・コントローラが、カラー・ホイール不揮発性メモリから適当なテーブルを読み取り、必要なRGBY係数を更新する。

【0030】この例は、システムの照明効率の範囲を構成するものとしてPWMシーケンスを使っている。照明効率は他の方法でも構成することができる。例えば、SLMがLCDパネルである場合、効率は、結晶セルを透過した光量並びにそのセルがその状態にあった時間の長さに基づく。従って、この例ではPWMシーケンスを使っているが、真の選択は、利用し得る種々のPWMシーケンスの効率に基づく。

【0031】カラー・ホイール

カラー・ホイール自体の配置が、図3のシステムの種々の構成部品の作用及び相互作用に影響する。カラー・ホイールの配置の一例が図4に示されている。これは例として示したに過ぎないが、いくつかの制約の下で作用するものである。

【0032】カラー・ホイールを設計する時のいくつかの制約には、明るさ、白色点、回転速度及びちらつき性能がある。明るさについて言うと、システムの全体的な明るさは、それにふさわしく原色の色の飽和度の折合をつけるようなレベルまで高めなければならない。図4に示す設計は、カラー・ホイールSLMシステムの効率を40%よりも高くした。

【0033】現在のカラーSLMシステムは、若干シン調を持つ白色点を有する。即ち、RGBだけのカラー・ホイールを使うシステムの白は純粋な白ではなく、若

| | フレームA |
|------|-----------------|
| 現在 | b r G r b b r |
| 誤差 | r b |
| RGBY | w R w G B w w R |
| 誤差 | R w |

【0038】現在の設計では、光輝く画素が現れるのは、加えられた白色があるフレームCであり、フレームBでは加えられた白色がなく、フレームA及びBの間に120°の緑がある。RGBYの場合、各フレームは等

干シアン調を持つようにする不平衡を有する。カラー・ホイールの透明セグメントを使うと、システムの白色点が一層純粋な白を再現する方に移る。この例では、透明セグメントにダイクロイック・フィルタが適用されていて、ランプの白色点が、RGBセグメントによって作られてた白色点と一層良く釣合うようになっている。しかし、白色光セグメントに何らフィルタを適用する必要はないことがある。

【0034】この補正をしても、ヨーロッパで用いられる50Hzのフレーム速度では、ちらつきが目につく。カラー・ホイールは4:3のフレーム・アップ変換ができるようにし、これによって更新速度は約68Hzになる。所定の更新時間の間にカラー・ホイールの480°が表示されるから、表示時間の一定の部分は、透明セグメントからのデータを持つ必要がある。設計にこのことを考慮に入れないと、あるフレームは他のフレームよりも一層明るくなり、白色セグメントを利用した画像の部分では、雑音性の区域が生ずる効果がある。

【0035】回転速度及びちらつきの制約は相互作用する。現在の設計では、各々の原色は120°を有する。これにより、60Hz又はそれ未満の表示速度では、緑セグメントにちらつきが生ずる。緑セグメント52と180°向い合った40°の透明セグメント50を使うと共に、緑セグメントの寸法を120°から100°に縮小することが、ちらつきの分量を30%減少させることができた。

【0036】この補正をしても、ヨーロッパで使われる50Hzのフレーム速度では、依然としてちらつきが目につく。カラー・ホイールは4:3のフレーム・アップ変換ができるようにする。ちらつきの原因は、閾値が低すぎてYを加えることを必要とする為に、あるフレームがRGBだけを使うが、次のフレームは白色ビット(RGBYデータ)を使い、その画素が一時的に非常に明るくなる為である。これは典型的には光輝く画素の波として観察される。

【0037】次にカラー・ホイールの2つの異なる動作モードの比較を示す。R、G及びBは夫々の色の120°を選定する。文字r、g及びbはこれらの色の60°を表す。文字wは白色の20°を表し、Wは白色の40°を表す。

【表3】

| フレームB | フレームC |
|-----------------|-----------------|
| G r b b r G | r b b r G r b |
| G | B w |
| w G B w w R w G | B w w R w G B w |
| G w | B w |

量の白色エネルギーを持ち、その為ちらつき又は光輝く画素が生じない。過剰の白色エネルギーは、白色利得を1/4に減少するか、又はRGBオフセット値を4/3だけ増加することによって補償することができる。上に

示したシーケンスのwが図4に20°の透明セグメント54として示されている。

【0039】図4のカラー・ホイールを使うと、独特な1組のアーティファクトの問題が生ずる。主なアーティファクトは白色セグメントが付能される画像内の強度境界（大きな強度の変化がある場所）に沿って起る。アーティファクトにつながるおそれのある別の制約は、各々の色に対して8ビットずつ、24ビットの分解能を使うことである。あるシステムでは、各々の画像のビット平面でディザ作用が行われる。ビット平面はデータの平面であり、その各々のビットは画像の各々の画素に対するデジタル・ワードからくる。ビット平面内の全てのビットは2進法の同じ重みを持っている。

【0040】画像データの1つ又は更に多くのビット平面のディザ作用により、メモリ内で画像を表すのに必要なビット数が減少する。これは、透明セグメントに必要な透明又は白色ビットの数も減らす。こういう構成因子は2つの可視的なアーティファクトを持つことがある。透明セグメントの色が変化するかあるいは較正が正しくない場合、色相並びに／又は輝度の変化が起り得る。このアーティファクトは、特にスキー又は日没のような場面で、階段関数又は輪郭線として現れる。もう1つのアーティファクトは、透明セグメントのパルス幅変調（PWM）によって現れる。これは、透明セグメントが付能された時の境界の点滅となって現れる。

【0041】こういうPWMによるアーティファクトは、空間的にそれを拡散することによって是正することができる。プロセッサ32の誤差拡散の一面は、こういう問題の若干を除くことができる。セグメントを2つのセグメントに分断することとは対照的に、カラー・ホイールに1個の赤色セグメントを使うと、ビット・パターンを更に最適の配置にすることができる。1個のダイクロイック素子に於ける光学的な透過率の変動は、2つの素子に於ける変動よりもかなり小さくなるので、直線性も改善される。これによって、透明セグメントの補正に於ける変動又は正しくない値によるものも含めて、若干の起る誤差が軽減される。

【0042】カラー・ホイールのプログラミング

前に述べたように、カラー・ホイールを「プログラム」することが必要であり、これは前に述べたことを参照されたい。前に述べたRGB入力から取出されたY信号は、ランプによって発生されて透明セグメントを通った白色とは異なることがある。システムは、こういう違いを考慮した補正係数を発生することができる。任意のカラー・ホイール・モジュールを任意の投影装置に使うことができるように、こういう補正係数を関係づける為、係数がカラー・ホイール自体に貯蔵されていなければならぬか、あるいはカラー・ホイールの形式の表示を検出することができなければならない。

【0043】図1に示すシステムは、カラー・ホイール

・モジュールの考えられる1つの構成を示す。これは、カラー・ホイール、モータ、プラケット及びセンサ・ボードを含む。図3を参照すれば、EEPROM又はEEPROMも、システム・コントローラ並びにシステムの他の部分と連絡するモジュールの1部分であることが判る。連絡する情報の必要な部分は、カラー・ホイール上のインデックス・マークの場所である。

【0044】カラー・ホイール上のインデックス・マークが、システムの回路に対するタイミングの基準として作用し、通常は、赤色セグメントがフィルタ通路に入る直前にマークが発生する。典型的には、このマークがセンサによって感知されるが、タイミング・パルスが正しい時刻に発生するように保証する為には、このセンサが物理的に光路の中に入らなければならない。その一例を図5に示したセンサ・ボードを使うと、この必要がなくなる。インデックス・マークを検出する為のセンサは、磁気、光学式又は電気機械式であって良い。

【0045】従来の設計では、セグメントのスロークの場所に対するインデックス・マークの場所の機械的な変動をゼロにする為に、センサ・ボードを物理的に入るようになっていた。センサ・ボードを動かす代りに、不揮発性メモリにシーケンス開始遅延の値をプログラムする。この遅延の値は、センサ・ボードを動かすのと同じ効果を持ち、新しいPWMシーケンスに対するシーケンス開始指令が、緑色／赤色セグメントの境界の中央で発生するように保証する。勿論、緑色／赤色セグメントの境界を使うのは、現在のカラー・ホイールの形式に基づいているが、それが任意の境界に基づくように適応させることができる。

【0046】センサ・ボードの一部分として、EEPROM、EEPROM又はその他の不揮発性メモリを使って、カラー・ホイールに関する情報を記憶する。図2の処理ブロックで発生された情報がメモリに記憶される。更に、補正係数、即ち、インデックス・マークの場所とカラー・ホイール上の色の絶対的な場所との間のオフセットも記憶される。通し番号、部品の種類又は製造過程で役立ち得るその他の情報を含めて、この他の役に立つ情報をメモリに記憶することができる。この不揮発性メモリは、PAL（プログラム可能なアレイ論理回路）、40ジャンパ、ヒューズ又はその他のスイッチのような任意の形式の1回プログラム可能なメモリであって良い。

【0047】不揮発性メモリの別の可能性は連想テーブルとすることである。カラー・ホイールの各々の種類に對して1組の種々のパラメータを発生し、その後考えられる種類のリストを作ることができる。カラー・ホイールの種類が確認された時、連想テーブルを使い、カラー・ホイールとパラメータの釣合いを厳密にことができる。こうすると、前に述べた若干のアーティファクトが軽減される。

【0048】不揮発性メモリと共にセンサ・ボードの回

路図が図5に示されている。ジャンパ又はその他の接続部56により、不揮発性メモリ46を含むセンサ・ポート22と、センサ58とシステム・コントローラ36との間の接続をすることができる。主システム・コントローラ36は図3に示されている。種々の信号は幾通りかの方法で構成することができるが、使うことのできる一例の信号が図5に示されている。これらの信号を下に述べる。

【表4】

| 信号 | 説明 |
|---------|--------------|
| SCL | 直列クロック |
| SDA | 直列データ |
| WP | 書き込み保護 |
| GND | アース |
| VDD | 電源電圧 |
| SENSORZ | インデックス・マーク検出 |
| A2 | アドレス選択2 |
| A1 | アドレス選択1 |
| A0 | アドレス選択0 |

【0049】カラー・ホイールの較正

これまで、システム、Yの値の取出し方、カラー・ホイールのタイミングを取る手段、及び補正值を記憶する場所を説明したので、次にこういう補正值をどのように決定するかを説明する。カラー・ホイールを較正する方法は、図6にフローチャートとして示されている。

【0050】カラー・ホイール・システムを正しく同調させる為に、いくつかのパラメータを設定しなければならない。そうしないと、システムは、強度の不連続及び色の移りのような画像のアーティファクトを持つ。現在、大抵のシステムはRGBYシステムを使わず、その為、較正を必要としない。上に述べたシステムでは、パラメータを近似して、この近似とシステムの実際の特性の厳密な釣合いを保つ何らかの方法がなければ、投影装置の細かい較正が必要になる。

【0051】システムの5つの値が、システムに対して設定しなければならない種々のパラメータに關係している。設定されるパラメータの数、並びに較正手順に於けるその種々の構成は、システムの設計技術者に任されて

$$Y_R' = \frac{Y_R(60)}{PWM_R(60)}; \quad Y_G' = \frac{Y_G(60)}{PWM_G(60)}; \quad Y_B' = \frac{Y_B(60)}{PWM_B(60)}.$$

他の速度に対するY(比)は、次に下記のように計算することができる。

$$Y(\text{比})(\theta) = \frac{PWM_{ws}(\theta) \cdot Y_{ws}'}{PWM_R(\theta) \cdot Y_R' + PWM_G(\theta) \cdot Y_G' + PWM_B(\theta) \cdot Y_B'}.$$

所定の速度に対し、分母がPWM_{RGB}・Y'RGBに等しいという仮定が成立すれば、この過程を更に簡単にすることができる。これによって、システムを較正するに必要な測定は、RGBだけの白色によって発生されたル

いる。較正過程の間に考慮しなければならないシステムの5つの値は、カラー・ホイールのRGB部分だけから発生されるルーメン数Y_{RGB}、カラー・ホイールの白色セグメント部分だけから発生されるルーメン数Y_{WS}、色補正赤色係数CC_r、色補正緑色係数CC_g、及び色補正青色係数CC_bである。

【0052】実験により、色補正係数は、Y_{RGB}パラメータに対するY_{WS}パラメータの比であるY(比)に対する直線関係によって近似することができる事が分かった。知覚上のアーティファクトは、「ちょうど目立つ時の違い」又は「jnd」の目安を使って評価した。jnd係数が3又はそれ未満であることは、システムの性能が受入れることのできるものになることが分かった。Y(比)を使うと、この判断基準に合格した。

【0053】全てのRGBYパラメータがY(比)に関係しているから、Y(比)によって割出されるはじめ計算されたテーブルから、システムを較正することができる。Y(比)は大抵の試験ステーションで容易に測定することができ、適当なRGBYパラメータの組を選択する。しかし、Y(比)が赤、緑及び青に対するSLM回路の効率によって変化する為、表示エンジンに使われることごとくのPWMシーケンスに対してこれを繰返さなければならない。

【0054】各々のPWMシーケンスに対する光効率に関する情報を使うことにより、これを更に最小限にすることができる。Y(比)をカラー・ホイールの1つの回転速度(例えば60Hz)で測定し、その後他の速度に対して倍率をかけることができる。Y(比)(60)の測定は次のようになる。

【数3】

$$Y(\text{比}) = \frac{Y_{ws}(60)}{Y_R(60) + Y_G(60) + Y_B(60)}.$$

PWMシーケンスを使うことにより、PWM_R、PWM_G及びPWM_Bを赤、緑及び青に対する光効率とし、白色セグメントが所定のホイール速度にあるとして、各々の色に対するY'係数を計算することができる。

【数4】

$$Y_R' = \frac{Y_R(60)}{PWM_R(60)}; \quad Y_G' = \frac{Y_G(60)}{PWM_G(60)}; \quad Y_B' = \frac{Y_B(60)}{PWM_B(60)}.$$

【数5】

$$Y(\text{比})(\theta) = \frac{PWM_{ws}(\theta) \cdot Y_{ws}'}{PWM_R(\theta) \cdot Y_R' + PWM_G(\theta) \cdot Y_G' + PWM_B(\theta) \cdot Y_B'}.$$

ーメン数と、白色セグメントによって発生されたルーメン数とを測定することに減少する。

【0055】Y(比)が赤、緑及び青に対するSLM回路効率によって変化する為、Y(比)は表示エンジンに

使われることごとくの PWMシーケンスに対して計算又は測定し直さなければならない。他のシーケンスに対するY(比)の計算は、Y(比)に、測定されたシーケンスの発光効率と残りのシーケンスの予測発光効率との比を乗することによって行われる。

【0056】較正過程が図6に示されている。設計過程の間、各々のカラー・ホイール速度に対する適当なY(比)が不揮発性メモリにプログラムされる。一旦こういう値をプログラムしたら、工程6.4で行われる上に述べた測定の他に、工程6.2で、考えられるY(比)ビン、PWMシーケンス及びシステム・パラメータを使って、工程6.6で、適当なカラー・ホイールの種類及びそれに関連するデータ・テーブルを選択する。工程6.2、6.4及び6.6は較正ステーションで実施するのが典型的である。最終的なテーブルが、カラー・ホイール速度及びPWMパターンの他に、不揮発性メモリにプログラムされる。最終的な結果は、微細同調したカラー・システムを持つ表示エンジンとなり、考えられるあらゆるアーティファクトを軽減する。

【0057】較正ステーションを使う代りの方法は、各々のシステム自身に較正させることである。較正は、カラー・ホイールが回転する時、実時間で行うことができる。前に述べたように、全体的なパラメータの内で重要な1つは、前に述べたPWMシーケンスの例の時のように、照明シーケンスの効率である。別の1つの随意選択は自己タイミング・セルを使うことであり、タイミングがその画素に対する値によって決定され、このタイミングをカラー・ホイール速度と合わせる。

【0058】白色又は澄明セグメントを使うと、全体的な表示される画像に明るさを加えることができるが、色のはげ落ちを避ける為に、あたかもそれが別の原色であるかのように使わなければならない。更に、白色セグメントの制御には、感知手段を含めて、新しい素子を表示システムに追加する必要がある。最後に、システムにアーティファクトが加わるのを避ける為に、ホイールを較正しなければならない。システムのコスト又は寸法を増加せずに、画像が一層明るくなるという利点を達成することができ、コストを更に下げることも可能であり、システムが一層効率良くなる。

【0059】上に述べたことは、表示システム、即ち、カラー・ホイールを使うシステムに白色光を追加する1つの構成を中心として成立する。しかし、この発明の上に述べた全ての面は、カラー・ホイールの配置、センサ・インターフェース及びカラー・ホイールの較正を除いて、色毎に別個のデバイスを持つシステムに関するものである。しかし、RGB信号から取出したY信号が白色デバイスによって発生された白色光と等しくなることを保証するような較正手順を使うことができる。

【0060】従って、これまで白色光を使うカラー表示システムの方法と構造の特定の実施例を説明してきた

が、このように具体的に述べたことは、特許請求の範囲に定められていることを除いて、この発明の範囲を制約するものと解してはならない。

【0061】以上の説明に関し、更に以下の項目を開示する。

(1) 画像データを解析して、画像フレーム内の画素に明るさを加える必要があるかどうかを判定し、明るさを加える必要がある場合、空間光変調器に発生すべき赤、緑及び青の画像に対するデータから、白色画像データを導き出し、源から発生された白色光を変調して、変調された白色光が、赤、緑及び青色の光に対する変調された光と混合されて、最終的な画像に明るさを加えるようする工程を含む表示システムに明るさを加える方法。

(2) 第1項に記載の方法に於いて、白色画像データが1データ・ビットで構成される表示システムに明るさを加える方法。

(3) 第1項に記載の方法に於いて、白色画像データが2データ・ビットで構成される表示システムに明るさを加える方法。

(4) 第1項に記載の方法に於いて、白色画像データが、赤、緑及び青の画像データと画素当たりの同じビット数を持つ表示システムに明るさを加える方法。

(5) 第1項に記載の方法に於いて、変調する工程が、最終的な画像の色の彩度を検出可能なほどに低下させることなく実施される表示システムに明るさを加える方法。

(6) 赤色、緑色、青色及び白色光を使う表示システムを説明した。システムは、赤色、緑色及び青色データから、カラー・ホイールの白色部分又は白色デバイスに対するデータを取出す。カラー・ホイールの白色部分が、それがホイール上の別の原色であるかのように制御される。源からのフィルタにかけない光が、カラー・ホイールの赤色、緑色及び青色セグメント又はこれらの色に対するデバイスを使って発生された白色光とは異なる色温度を持つ場合、補正を適用することによって、誤差を防止する。各々のデータ・フレームに白色光を加える必要があるかどうかを判断する為に、データに対して解析を実施する。

【図面の簡単な説明】

【図1】カラー・ホイール表示システムのブロック図。
【図2】この発明の1実施例のカラー・ホイールの図。
【図3】色の白色成分を発生する為に使われるカラー・フィルタ回路の回路図。

【図4】適応形白色強化表示システムに対する表示エンジンのアーキテクチャを示す略図。

【図5】白色光を使うカラー・ホイールの電子的なプログラミングの為のセンサ・ボードの回路図。

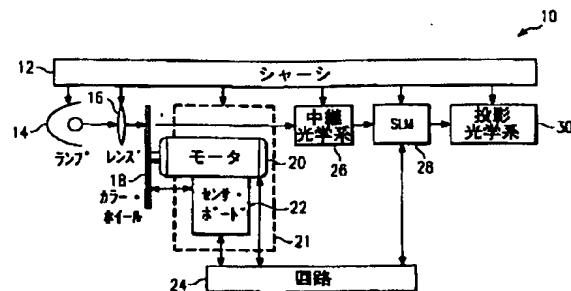
【図6】カラー・ホイール較正手順のフローチャート。

50 【符号の説明】

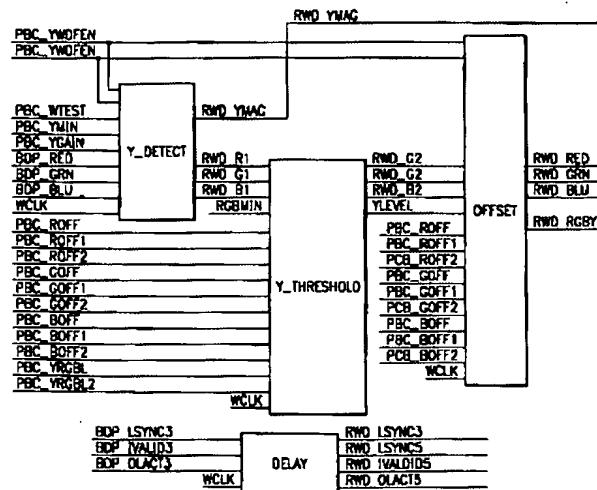
10 中断光学系
21 ブラケット

22 センサー ボード
28 空間光変調器 (SLM)

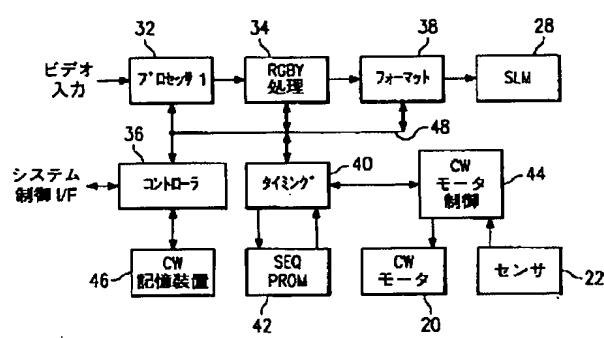
【図1】



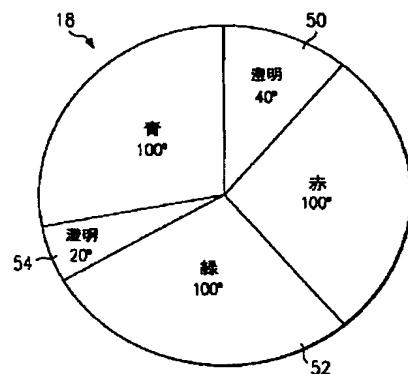
【図2】



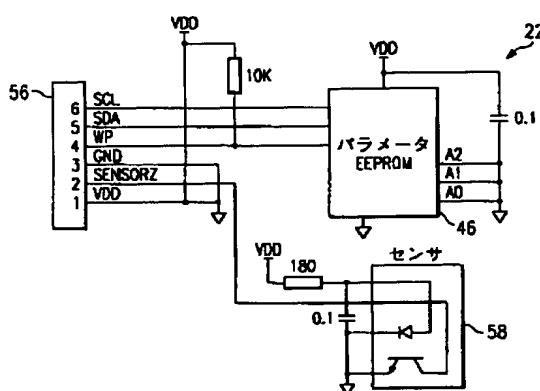
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

